
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2011/2012 Academic Session

January 2012

CPT344 – Computer Vision and Image Processing
[Penglihatan Komputer dan Pemprosesan Imej]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

[ARAHAN KEPADA CALON:]

- Please ensure that this examination paper contains **FIVE** questions in **TEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** soalan di dalam **SEPULUH** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

- Answer **ANY FOUR (4)** questions.

*[Jawab **MANA-MANA EMPAT (4)** soalan.]*

- You may answer the questions either in English or in Bahasa Malaysia.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam bahasa Inggeris atau bahasa Malaysia.]

- In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

1. (a) By using a suitable diagram, discuss the following concepts in digital image processing:
- (i) sampling;
 - (ii) quantization.
- (20/100)
- (b) By using suitable diagrams, discuss the following terms in digital image processing:
- (i) 4-adjacency;
 - (ii) 8-adjacency;
 - (iii) m -adjacency.
- (30/100)
- (c) Consider a 4x4 image subset as shown in Figure 1. Let V be the set of gray-level values used to defined adjacency. Given $V=\{1,2\}$, compute and show the path lengths of the shortest:
- (i) 4-path;
 - (ii) 8-path;
 - (iii) m -path;
- between $p=(0,3)$ and $q=(3,0)$.
- If a particular path does not exist between these two points, explain why.
- (iv) Repeat 1(c)(i) – (iii) with $V=\{2,3\}$.

Input Image

	0	1	2	3	$\rightarrow x$
0	4	2	3	2	
1	3	3	1	3	
2	2	3	2	2	
3	2	1	2	3	
$\downarrow y$					

Figure 1

(50/100)

2. (a) (i) Discuss the histogram specification technique.
- (ii) Discuss the benefits of the Laplacian filter.
- (iii) Discuss the properties of the 1st derivative and 2nd derivative spatial filters.

(30/100)

- (b) Figure 2 shows a 5x5 image subset. Suggest a smoothing spatial filter with a size of 3x3 that is able to reduce noise as well as to highlight gross details of the image.

After the filtering operation, what are the new values for the following pixels?

(i) Pixel (3,2)

(ii) Pixel (1,4)

Missing pixel values are omitted during the filtering operation.

(30/100)

- (c) Referring to Figure 2, a simple Laplacian filter is applied to the image subset. What are the new values for the following pixels?

(i) Pixel (3,4)

(ii) Pixel (2,1)

Missing pixel values are omitted during the filtering operation.

What is the necessary step to obtain the final enhanced image after using the simple Laplacian filter?

Input Image

	0	1	2	3	4	
0	122	138	99	103	210	x →
1	140	121	101	115	198	
2	138	111	127	128	89	
3	149	129	109	156	189	
4	150	219	187	222	155	
						y ↓

Figure 2

(40/100)

3. (a) Consider an 8-level 64x64 image subset with gray values, $k=0, 1, \dots, 7$. Table 1 shows the gray values, and the number of pixels (n_k) having the corresponding gray values.

Table 1

k	n_k
0	890
1	923
2	750
3	756
4	429
5	145
6	100
7	103

- (i) Compute the normalized gray values and the normalized histogram of the input image.
- (ii) Apply the discrete histogram equalization technique and compute the normalized gray values and the normalized histogram of the output image.
- (iii) Draw the histograms of the input and output images.

(50/100)

- (b) Illustrate the idea of region growing for image segmentation with a flowchart.

(25/100)

- (c) Explain what similarity measures means in region growing. Give **ONE (1)** example and explain whether it is sensitive to the noise.

(25/100)

4. (a) Describe the idea of template matching based on cross-correlation and illustrates how it can be used for identifying a desired object in an image.

(25/100)

- (b) Illustrate the effect of the four morphological operators, namely, Dilation, Erosion, Opening and Closing, respectively, and explain the relations among them.

(25/100)

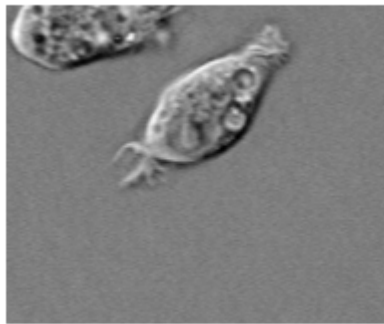
- (c) Sketch an example of chain code and shape signature ψ_s curve respectively and explain whether they are rotationally invariant.

(25/100)

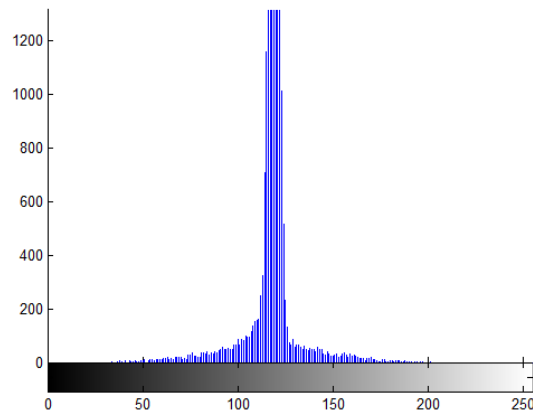
- (d) Describe what geometric moments are for a given grey-scale image. Explain how it can be used for calculating the central of gravity of the image.

(25/100)

5. The following is a grey-scale image of two cells (a) and its corresponding histogram (b):



(a)



(b)

- (a) If you are using a simple threshold method to segment the two cells into the foreground, based on one global threshold, describe possible results and explain why it happens.

(25/100)

- (b) Suggest a method using multiple thresholds to segment the cells into the foreground.

(25/100)

- (c) If the segmented image is shown below, suggest a morphological operation to remove the holes in the foreground and explain how it works.



(25/100)

- (d) Suggest a morphological method to remove the noise in the background for the image in 5(c) and explain its effect on the foreground.

(25/100)

1. (a) Dengan menggunakan suatu gambar rajah yang sesuai, bincang konsep berikut dalam pemprosesan imej digit:
- (i) pensampelan;
 - (ii) pengkuantuman.
- (20/100)
- (b) Dengan menggunakan gambar rajah yang sesuai, bincang istilah berikut dalam pemprosesan imej digit:
- (i) 4-kesebelahan;
 - (ii) 8-kesebelahan;
 - (iii) m -kesebelahan.
- (30/100)
- (c) Pertimbang suatu subset imej 4x4 seperti dalam Rajah 1. Biar V adalah set nilai tahap kelabu yang mewakili kesebelahan. Diberi $V=\{1,2\}$, kira dan tunjuk panjang laluan yang terpendek bagi:
- (i) 4-laluan;
 - (ii) 8-laluan;
 - (iii) m -laluan;
- di antara $p=(0,3)$ dengan $q=(3,0)$.
- Sekiranya laluan tertentu tidak wujud di antara dua piksel, terangkan sebabnya.
- (iv) Ulangi 1(c)(i) – (iii) dengan $V=\{2,3\}$.

Input Image

	0	1	2	3	
0	4	2	3	2	$\rightarrow x$
1	3	3	1	3	
2	2	3	2	2	
3	2	1	2	3	
	$\downarrow y$				

Rajah 1

(50/100)

2. (a) (i) Bincang teknik histogram spesifikasi.

(ii) Bincang manfaat penuras Laplacian.

(iii) Bincang ciri penuras ruang terbitan pertama dan terbitan kedua.

(30/100)

(b) Rajah 2 menunjukkan suatu subset imej 5x5. Cadang suatu penuras ruang pelicinan dengan saiz 3x3 yang dapat mengurangkan hingar dan menyerlahkan butiran kasar bagi imej.

Selepas operasi penurasan, apakah nilai baru bagi piksel berikut?

(i) Piksel (3,2)

(ii) Piksel (1,4)

Nilai piksel yang tidak wujud diabaikan dalam operasi penurasan.

(30/100)

(c) Merujuk kepada Rajah 2, suatu penuras Laplacian yang mudah digunakan ke atas subset imej tersebut. Selepas operasi penurasan, apakah nilai baru bagi piksel tersebut?

(i) Piksel (3,4)

(ii) Piksel (2,1)

Nilai piksel yang tidak wujud diabaikan dalam operasi penurasan.

Apakah langkah yang diperlukan untuk mendapat imej akhir yang ditingkatkan selepas menggunakan penuras Laplacian yang mudah tersebut?

Input Image

	0	1	2	3	4	
0	122	138	99	103	210	x
1	140	121	101	115	198	
2	138	111	127	128	89	
3	149	129	109	156	189	
4	150	219	187	222	155	
y						

Rajah 2

(40/100)

3. (a) Pertimbang suatu subset imej 64x64 8-tahap dengan nilai kelabu $k=0, 1, \dots, 7$. Jadual 1 menunjukkan nilai kelabu dan bilangan piksel yang mempunyai nilai kelabu tersebut.

Jadual 1

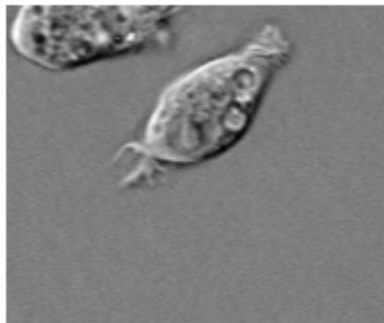
k	n_k
0	890
1	923
2	750
3	756
4	429
5	145
6	100
7	103

- (i) Kira nilai kelabu yang dinormalkan dan histogram yang dinormalkan bagi imej masukan.
- (ii) Guna teknik histogram diskret dan kira nilai kelabu yang dinormalkan dan histogram dinormalkan bagi imej keluaran.
- (iii) Lukis histogram bagi imej masukan dan keluaran. (50/100)
- (b) Ilustrasikan idea bagi penumbesaran kawasan untuk segmentasi imej dengan menggunakan satu carta aliran. (25/100)
- (c) Jelaskan apakah yang dimaksudkan dengan ukuran keserupaan dalam penumbesaran kawasan. Berikan **SATU (1)** contoh dan jelaskan sama ada ia sentitif kepada bunyi bising. (25/100)
4. (a) Huraikan idea pepadanan templat berasaskan korelasi silang dan ilustrasikan bagaimana ia dapat digunakan untuk mengenal pasti suatu objek yang dikehendaki dalam suatu imej. (25/100)
- (b) Ilustrasikan kesan bagi empat operator morfologi, masing-masing, iaitu *Dilation*, *Erosion*, *Opening* dan *Closing*, dan jelaskan hubungan antara mereka. (25/100)
- (c) Lakarkan **SATU (1)** contoh bagi kod rantai dan tanda bentuk keluk ψ -s masing-masing dan jelaskan sama ada kedua-duanya tak varian secara bergilir-gilir. (25/100)

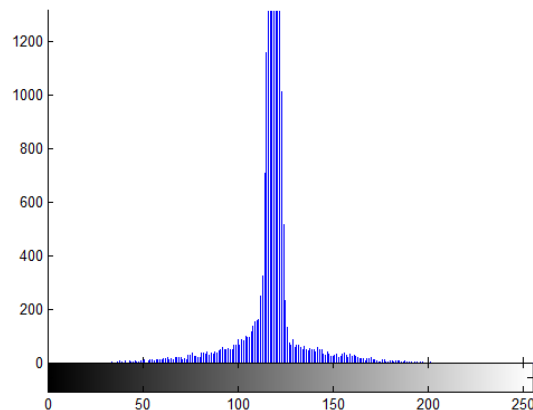
- (d) Huraikan apakah yang dikatakan momen geometrik untuk imej berskala kelabu yang tertentu. Jelaskan bagaimana ia boleh digunakan untuk menghitung pusat graviti imej tersebut.

(25/100)

5. Berikut ini ialah imej berskala kelabu bagi dua sel (a) dan histogram sepadannya (b):



(a)



(b)

- (a) Jika anda menggunakan kaedah ambang yang mudah bagi mengsegmenkan dua sel itu ke dalam latar depan, berdasarkan kepada satu ambang global, huraikan keputusan yang mungkin diperolehi dan jelaskan mengapa ia berlaku.

(25/100)

- (b) Cadangkan satu kaedah menggunakan berbilang ambang bagi mengsegmenkan sel-sel ke dalam latar depan.

(25/100)

- (c) Jika imej yang telah disegmen itu ditunjukkan di bawah, cadangkan suatu operasi morfologi bagi menyingkirkan lubang-lubang pada latar depan dan jelaskan bagaimana ia dapat dilakukan.



(25/100)

- (d) Cadangkan satu kaedah morfologi bagi menyingkirkan bunyi bising pada latar belakang untuk imej dalam 5(c) dan jelaskan apakah kesannya terhadap latar depan.

(25/100)